

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-241406

(43)公開日 平成9年(1997)9月16日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 8 J 7/00	3 0 6		C 0 8 J 7/00	3 0 6
C 2 3 C 16/44			C 2 3 C 16/44	A
16/50			16/50	

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平8-53371

(22)出願日 平成8年(1996)3月11日

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社  
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 柏谷 誠

神奈川県小田原市扇町2丁目12番1号 富士写真フイルム株式会社内

(72)発明者 中田 純司

神奈川県小田原市扇町2丁目12番1号 富士写真フイルム株式会社内

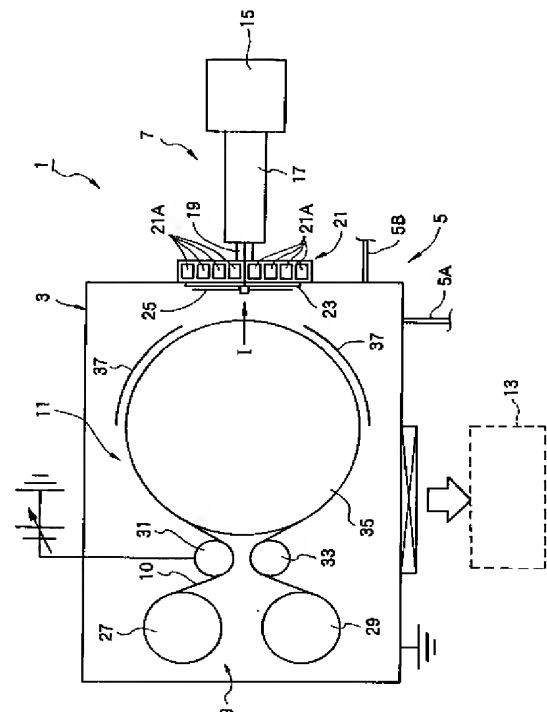
(74)代理人 弁理士 萩野 平 (外3名)

(54)【発明の名称】 成膜装置および成膜方法

(57)【要約】

【課題】基板として、ウェブ状の高分子フィルムが使用された場合においても、基板に対してダメージが少なく、特に、幅方向の膜厚分布が良好な状態で成膜可能とされるとともに、成膜が高速で行える成膜装置および成膜方法を提供する。

【解決手段】真空ポンプ13が設けられた真空チャンバー3と、真空チャンバー3内に保護膜形成用のガスが導入されるガス導入手段5と、真空チャンバー3内にプラズマを発生させるプラズマ発生手段7と、プラズマ発生手段7により発生されたプラズマ近傍に、基板10が搬送される基板搬送手段9と、基板10に所望のバイアス電圧が印加されるバイアス電圧印加手段11とが備えられ、プラズマ発生手段7では、マイクロ波発生部15で発生されたマイクロ波と、複数の永久磁石21Aが形成する磁場とで、電子サイクロトロン共鳴を生じさせることによりプラズマが発生される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ウェブ状の高分子フィルムの基板上に薄膜を形成可能にするとともに、真空排気装置が設けられた真空チャンバーと、前記真空チャンバー内に薄膜形成用のガスが導入されるガス導入手段と、前記真空チャンバー内にプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、前記プラズマ発生手段により発生されたプラズマ近傍に、前記基板が搬送される基板搬送手段と、前記基板に所望のバイアス電圧が印加されるバイアス電圧印加手段と、が備えられた成膜装置であって、

前記プラズマ発生手段は、マイクロ波が発生されるマイクロ波発生手段と、発生されたマイクロ波が、前記真空チャンバー内に同軸導入されるとともに、該真空チャンバー内で放射状に伝搬されるマイクロ波導入・伝搬手段と、前記真空チャンバーに設けられて磁場を形成し、導入・伝搬された前記マイクロ波とともに電子サイクロトロン共鳴を生じさせる永久磁石と、を有するマイクロ波ECRプラズマ発生手段とされたことを特徴とする成膜装置。

【請求項2】前記プラズマ発生手段により発生したプラズマのうち、成膜形成に寄与しないプラズマにさらされる前記成膜装置の各部位と、前記マイクロ波発生手段により発生された前記マイクロ波のうち、成膜形成に寄与しないマイクロ波が伝搬する前記成膜装置の各部位とが、それぞれ絶縁性部材により被覆されたことを特徴とする請求項1に記載の成膜装置。

【請求項3】ウェブ状の高分子フィルムの基板上に薄膜を形成可能とされるとともに、真空排気装置が設けられた真空チャンバーと、前記真空チャンバー内に薄膜形成用のガスが導入されるガス導入手段と、前記真空チャンバー内にプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、前記プラズマ発生手段により発生されたプラズマ近傍に、前記基板が搬送される基板搬送手段と、前記基板に所望のバイアス電圧が印加されるバイアス電圧印加手段と、が備えられた成膜装置の前記プラズマ発生手段に、マイクロ波が発生されるマイクロ波発生手段と、発生されたマイクロ波が、前記真空チャンバー内に同軸導入されるとともに、該真空チャンバー内で放射状に伝搬されるマイクロ波導入・伝搬手段と、前記真空チャンバーに設けられて磁場を形成し、導入・伝搬された前記マイクロ波とともに電子サイクロトロン共鳴を生じさせる永久磁石と、が設けられた成膜装置により薄膜が形成される成膜方法であって、

前記真空チャンバー内を差動排気しつつ不活性ガスが導入される第1過程と、前記不活性ガスが導入された前記真空チャンバー内に、前記マイクロ波発生手段により発生されたマイクロ波が放射状に伝搬されるとともに、前記永久磁石が形成する磁場と、前記伝搬されたマイクロ波とともに電子サイクロトロン共鳴を生じさせて、プラズマを発生させる第2過程と、

前記発生されたプラズマに薄膜形成用の反応ガスが前記ガス導入手段により導入されて、前記反応ガスを、励起させるとともにイオン化させて分解反応を生じさせる第3の過程と、

前記バイアス電圧印加手段で前記基板上にバイアス電圧が印加されつつ、該基板が前記基板搬送手段で前記プラズマ近傍に搬送され、前記反応ガスの気相反応により所望の薄膜が形成される第4過程と、を有することを特徴とする成膜方法。

- 10 【請求項4】前記基板上に予め強磁性体からなる金属層が形成され、前記金属層に前記バイアス電圧印加手段により前記バイアス電圧が印加されるとともに、前記反応ガスが炭化水素とされてることにより、カーボンを主体とする前記薄膜が形成される、ことを特徴とする請求項3に記載の成膜方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板となる高分子フィルムに、プラズマを利用した気相反応によって薄膜を形成する際に好適な成膜装置および成膜方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】高画質のビデオテープとして用いられる金属蒸着型テープや、コンピュータ用の高記録容量ストレージとして使用されるハードディスク、あるいは高密度フロッピーディスク等の高密度磁気記録メディアなどをはじめとする磁気記録メディアは、近年、さらに高密度化が進められている。例えば、デジタルビデオカメラ用の金属蒸着型テープや、コンピュータ用ストレージとしては、記録容量が値100〔MB〕のフロッピーディスクや、GB（ギガ・バイト）クラスの記録容量を有するハードディスクが使用されている。

【0003】そして、フロッピーディスクは、高分子基板としてウェブ状の高分子フィルムが使用されているので、製造工程において固定基板が使用されるハードディスクや光ディスクに比べて生産性が極めて高く、その記録密度をさらに高める方法としては、磁性膜として、CoNi、CoNiPt、CoCrPt、CoCrTa、CoCrPtSi、SmCo等の金属磁性膜を形成（成膜）する構成が考えられる。また、それら金属磁性膜を保護するための保護膜の素材には、硬度や摺動性に優れているという特性が要求され、そのような特性を有する素材としては、SiN、SiO<sub>2</sub>、TiN、BN、C<sub>60</sub>N、a-C、ダイヤモンド状カーボン（DLC）などが挙げられる。

【0004】この場合、それらの素材を使って保護膜を形成する方法としては、スパッタ方式により、カーボン保護膜を形成する方法、プラズマCDV方式により保護膜を形成する方法が知られているが、成膜速度を対比すると、スパッタ方式はプラズマCDV方式に比べて極め

て遅いので、生産性などを考慮するとプラズマCVD方式を採用することが望ましい。

【0005】そして、プラズマCVD方式では、プラズマ中の電子と反応ガスとの衝突によって、反応ガスの分子が励起、イオン化されて分解反応を起こし、気相反応で基板上に薄膜、すなわち保護膜が形成されるので、成膜速度は、プラズマ中の電子の数がは多くなるほど、またプラズマ密度が高いほど、反応ガスの分解が多くなるため、速くなることが知られている。

【0006】また、プラズマCVD方式におけるプラズマ発生方法には、直流アーク放電方式や、高周波放電方式などが知られており、プラズマ密度はそれらプラズマ発生方式により大きく異なり、高周波放電方式では、値  $10^9$  [個/cc] ~ 値  $10^{10}$  [個/cc] 程度であるのに対して、直流アーク放電方式では、値  $10^{11}$  [個/cc] ~ 値  $10^{12}$  [個/cc] 程度となる。

【0007】従って、プラズマ密度の点で比較すると、直流アーク放電方式の方が、高速で成膜することが可能であるが、直流アーク放電方式で発生されるプラズマは平衡プラズマと呼ばれ、イオンの温度が非常に高く、高分子フィルムが基板に使用された場合、プラズマの輻射熱によって、高分子フィルムが熱ダメージを受けるために、良質な磁気記録メディアの作成が困難であった。

【0008】例えば、米国特許第5232791号明細書に記載された「直流アーク放電CVD装置」、あるいは特公平7-51753号公報に記載された「直流アーク放電CVD装置」においては、プラズマ密度が高く、その点では高速の成膜に適しているが、プラズマの温度が高いために、PET、PEN、アラミド、ポリイミドなどの高分子フィルムが基板として使用されると、プラズマの輻射熱によって、基板のダメージが大きいたことが知られており、良質な磁気記録メディアの作成には適していない。一方、高周波放電方式とされている、米国特許第5360483号明細書に記載された「高周波CVD装置」、あるいは、特公平7-100857号公報に記載された「高周波CVD装置」について検討してみると、上記のように、プラズマ密度が低く、成膜速度が遅いという問題があった。

【0009】また、米国特許第5360483号明細書に記載された「高周波CVD装置」では、反応管が使用されるため、幅方向における膜厚分布が悪く、高分子フィルムのように連続している基板には不向きであり、一方、特公平7-100857号公報に記載された「高周波CVD装置」では、連続して成膜する場合、成膜ドラムと電極との間にカスが堆積するので、基板の表面に傷が発生し易いため、長尺の高分子フィルムに成膜する工程での採用は好ましくない。

【0010】以上のことを総合して判断すると、高分子フィルムが基板として使用される場合には、非平衡で、低温のプラズマであることが要求され、かつ生産性を上

げるには、プラズマ密度が高いという条件を満たすプラズマソースが必要であることを意味している。そこで、プラズマ発生方式として、マイクロ波ECR（電子サイクロトロン共鳴）を利用した、マイクロ波ECRプラズマCVD装置の採用が考えられ、この場合、発生されるプラズマは低温の非平衡プラズマであって、プラズマ密度としては、値  $10^{11}$  [個/cc] ~ 値  $10^{12}$  [個/cc] 程度となることが知られており、この点では、低温での成膜が可能であるとともに、成膜速度が速く、上記直流アーク放電方式と、高周波放電方式の利点をともに両立させることが可能である。

【0011】そして、図3には、そのような従来のマイクロ波ECRプラズマCVD装置100（以下、単に装置100と称する）が示されており、同図から理解されるように、装置100には、排気口120から内部の気体が排気される真空チャンバー110を有し、この真空チャンバー110内には、基板130を搬送する際に、基板130を保護膜形成領域へ送り出す送り出し部140と、基板130にバイアス電圧を印可する電極ローラ130と、保護膜形成領域で、基板130が冷却される冷却ドラム160と、パスローラ170と、保護膜形成後の基板130が巻き取られる巻き取り部180と、保護膜形成用のガスが真空チャンバー110内に導入される反応ガス導入部190とが、各々配設されている。

【0012】また、真空チャンバー110の外部には、マイクロ波が発生されるマイクロ波発生部200が設けられ、発生したマイクロ波は、マイクロ波導入部210と、マイクロ波導入窓220を介してプラズマ生成室230内に伝搬され、このプラズマ生成室230内には、不活性ガス導入部250から、プラズマ発生用の不活性ガスが導入される。

【0013】そして、プラズマ生成室230の外部には、プラズマ発生のための磁場を形成させる電流コイル250が複数設けられており、これらの構成により、導入された不活性ガスに電子サイクロトロン共鳴を利用して、非平衡の低温プラズマが、アーク放電方式と略同数発生される。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、装置100には、ECR用の磁場を形成するために、大型の電流コイル250が使用されているので、形成された磁場の分布が不均一となる結果、大きな面積にわたって成膜することができず、特に、幅方向の膜厚分布が悪くなるという重大な欠点があった。

【0015】この場合、真空チャンバー110内に形成される磁場を均一化するために、多数の電流コイル250が使用される構成も可能であるが、装置100全体の製造コストが高くなるという問題があり、また、仮にそのようにして均一化を図ったとしても、ウェブ状の高分子フィルムとされた高分子基板に対しては、膜厚分布を

良好にするためには、その程度の均一化では不十分であった。

【0016】さらに、マイクロ波が真空チャンバー110内に導入される場合、マイクロ波の伝搬経路に、誘電体のマイクロ波導入窓220が介在する構成が採用されているため、保護膜や、成膜中のカスが透明ではないので、それら保護膜やカスがそのマイクロ波導入窓220に付着して汚染し、プラズマ発生に供給されるマイクロ波の出力が低下するため、長尺フィルムが基板130として使用されると、その基板130の長手方向における膜厚変動が大きくなって、均一化されず、品質上等で十分なものは得ることができなかった。

【0017】本発明の目的は、基板として、ウェブ状の高分子フィルムが使用された場合においても、基板に対してダメージが少なく、特に、幅方向の膜厚分布が良好な状態で成膜可能とされるときともに、成膜が高速で行える成膜装置および成膜方法を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の上記目的は、ウェブ状の高分子フィルムの基板上に薄膜を形成可能にするとともに、真空排気装置が設けられた真空チャンバーと、前記真空チャンバー内に薄膜形成用のガスが導入されるガス導入手段と、前記真空チャンバー内にプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、前記プラズマ発生手段により発生されたプラズマ近傍に、前記基板が搬送される基板搬送手段と、前記基板に所望のバイアス電圧が印加されるバイアス電圧印加手段と、が備えられた成膜装置であって、前記プラズマ発生手段は、マイクロ波が発生されるマイクロ波発生手段と、発生されたマイクロ波が、前記真空チャンバー内に同軸導入されるとともに、該真空チャンバー内で放射状に伝搬されるマイクロ波導入・伝搬手段と、前記真空チャンバーに設けられて磁場を形成し、導入・伝搬された前記マイクロ波とともに電子サイクロトロン共鳴を生じさせる永久磁石と、を有するマイクロ波ECRプラズマ発生手段とされたことを特徴とする成膜装置によって達成される。

【0019】そして、上記成膜装置の実施の形態としては、前記プラズマ発生手段により発生したプラズマのうち、成膜形成に寄与しないプラズマにさらされる前記成膜装置の各部位と、前記マイクロ波発生手段により発生された前記マイクロ波のうち、成膜形成に寄与しないマイクロ波が伝搬する前記成膜装置の各部位とが、それぞれ絶縁性部材により被覆された構成が好適である。

【0020】また、上記目的は、ウェブ状の高分子フィルムの基板上に薄膜を形成可能とされるときともに、真空排気装置が設けられた真空チャンバーと、前記真空チャンバー内に薄膜形成用のガスが導入されるガス導入手段と、前記真空チャンバー内にプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、前記プラズマ発生手段により発生されたプラズマ近傍に、前記基板が搬送される基板搬送手段

と、前記基板に所望のバイアス電圧が印加されるバイアス電圧印加手段と、が備えられた成膜装置の前記プラズマ発生手段に、マイクロ波が発生されるマイクロ波発生手段と、発生されたマイクロ波が、前記真空チャンバー内に同軸導入されるとともに、該真空チャンバー内で放射状に伝搬されるマイクロ波導入・伝搬手段と、前記真空チャンバーに設けられて磁場を形成し、導入・伝搬された前記マイクロ波とともに電子サイクロトロン共鳴を生じさせる永久磁石とが設けられた成膜装置により薄膜が形成される成膜方法であって、前記真空チャンバー内を差動排気しつつ不活性ガスが導入される第1過程と、前記不活性ガスが導入された前記真空チャンバー内に、前記マイクロ波発生手段により発生されたマイクロ波が放射状に伝搬されるとともに、前記永久磁石が形成する磁場と、前記伝搬されたマイクロ波とにより、電子サイクロトロン共鳴を生じさせて、プラズマを発生させる第2過程と、前記発生されたプラズマに薄膜形成用の反応ガスが前記ガス導入手段により導入されて、前記反応ガスを、励起させるとともにイオン化させて分解反応を生じさせる第3の過程と、前記バイアス電圧印加手段で前記基板上にバイアス電圧が印加されつつ、該基板が前記基板搬送手段で前記プラズマ近傍に搬送され、前記反応ガスの気相反応により所望の薄膜が形成される第4過程と、を有することを特徴とする成膜方法によっても達成される。そして、上記に記載の成膜方法の実施の形態としては、前記基板上に予め強磁性体からなる金属層が形成され、前記金属層に前記バイアス電圧印加手段により前記バイアス電圧が印加されるとともに、前記反応ガスが炭化水素とされてることにより、カーボンを主体とする前記薄膜が形成される構成が好適である。また、上記成膜方法の実施の形態としては、前記反応ガスが炭化水素とされるときともに、前記薄膜が形成されている状態における反応ガスの圧力範囲は値 $1 \times 10^{-4}$  [Torr] ~ 値 $1 \times 10^{-2}$  [Torr] が適当であるが、値 $5 \times 10^{-4}$  [Torr] ~ 値 $5 \times 10^{-3}$  [Torr] に設定された構成が特に好適である。さらに、上記成膜方法の実施の形態としては、薄膜形成用とし導入された前記反応ガスが、原子間結合エネルギーが、値4 [eV] ~ 値12 [eV]、より好ましくは値5 [eV] ~ 値10 [eV] の結合部を有する炭化水素とされた構成が好適である。

【0021】上記成膜装置では、真空チャンバー内で放射状に伝搬されるマイクロ波が、永久磁石が形成する磁場と、マイクロ波とによって電子サイクロトロン共鳴を生じさせられて、プラズマが発生され、このプラズマによって成膜が行われる。

【0022】さらに、上記成膜装置では、発生したプラズマのうち、成膜形成に寄与しないプラズマにさらされる前記成膜装置の各部位と、前記マイクロ波発生手段により発生された前記マイクロ波のうち、成膜形成に寄与

しないマイクロ波が伝搬する前記成膜装置の各部位とが、それぞれ絶縁性部材により被覆されて保護されている。

【0023】一方、上記成膜方法では、前記不活性ガスが導入された前記真空チャンバー内に、前記マイクロ波発生手段により発生されたマイクロ波が放射状に伝搬させて、前記永久磁石が形成する磁場とともに、電子サイクロトロン共鳴を生じさせてプラズマが発生され、この発生されたプラズマに薄膜形成用の反応ガスが前記ガス導入手段により導入されて、前記反応ガスを、励起、イオン化させて分解反応を生じさせる一方、前記バイアス電圧印加手段で前記基板上にバイアス電圧が印加されつつ、該基板が前記基板搬送手段で前記プラズマ近傍に搬送されて、前記反応ガスの気相反応により所望の薄膜が形成される。

【0024】さらに又、上記成膜方法では、前記基板上に予め強磁性体からなる金属層が形成され、この金属層に前記バイアス電圧印加手段により前記バイアス電圧が印加されるとともに、前記反応ガスが炭化水素とされることにより、カーボンを主体とする前記薄膜が形成される。

【0025】また、上記成膜方法では、前記反応ガスが炭化水素とされるとともに、前記薄膜が形成されている状態における反応ガスの圧力範囲が、値 $1 \times 10^{-4}$ ～値 $1 \times 10^{-2}$  [Torr] に設定されるのが適しており、特に好ましくは値 $5 \times 10^{-4}$  [Torr] ～値 $5 \times 10^{-3}$  [Torr] に設定された状態が維持されて成膜が行われる。

【0026】さらに、上記成膜方法では、薄膜形成用として導入された前記反応ガスの属性として、原子間結合エネルギーが、値5 [eV] 以上の結合部を有する炭化水素とされて成膜が行われる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る成膜装置および成膜方法の好適な実施の形態について、図面に基づいて詳細に説明する。そこで、まず、本発明に係る成膜装置が適用された磁気記録媒体製造装置について説明する。図1には、磁気記録媒体製造装置（以下、単に装置と略称する）1の全体概略構成図が示されており、同図から理解されるように、装置1は、マイクロ波ECRプラズマCVD装置であって、ウェブ状の高分子フィルムが基板（高分子基板）10とされ、この基板10に、プラズマを利用して保護膜を形成できるように構成され、そのプラズマは、マイクロ波ECR放電によって発生される。

【0028】なお、基板10は、フロッピーディスクなどを形成する場合に、形成材料として使用されている、PENフィルム、PETフィルム、アラミドフィルム、あるいは、ポリイミドフィルムなどの高分子フィルムとされている。

【0029】そして、装置1は、保護膜を形成する環境下に基板10を保持するための真空チャンバー3と、保護膜形成用のガスおよび不活性ガスを真空チャンバー3内に導入するガス導入手段5と、非平衡の低温プラズマが、多数（アーク放電方式程度）発生されるマイクロ波ECRプラズマ発生手段7と、基板10が所定位置から、保護膜形成空間（プラズマ発生領域）を経由して他の所定位置まで搬送される基板搬送手段（高分子基板搬送装置）9と、保護膜形成時に、基板10に所定のバイアス電圧が印加されるバイアス電圧印加手段11とを主体として構成されている。

【0030】真空チャンバー3は、プラズマ発生用の磁場（後述）が外乱を受けないように、SUS304等の非磁性材料によって形成されており、内部圧力は、初期排気の到達圧力では、値 $2 \times 10^{-5}$  [Torr] 以下であることが条件とされ、好適な値としては、値 $2 \times 10^{-6}$  [Torr] 以下が良く、また、成膜中における内部圧力は、値 $1 \times 10^{-4}$  [Torr] ～値 $1 \times 10^{-2}$  [Torr] が維持される真空シール性能とされている。

【0031】また、真空チャンバー3内は、真空排気ポンプ13によって排気され、この真空排気ポンプ13は、ロータリーポンプと、メカニカルブースターポンプと、ターボポンプ（各々図示せず）との組み合わせとされており、ターボポンプに代えて、ディフュージョンポンプを組み合わせる構成も好適であり、排気能力やポンプの台数などは、真空チャンバー3の内容積に対応させて、適宜、選択することができる。

【0032】さらに、排気速度を調整する場合、排気経路に介在するバイパス配管を設け、そのバイパス配管の抵抗によって、排気速度を変化・調整する構成、あるいは、オリフィスバルブをその排気経路に介在させて設け、そのオリフィスバルブの開口度の調整により、排気速度を変化・調整する構成が挙げらる。

【0033】次に、ガス導入手段5には、保護膜形成用の反応ガスが真空チャンバー3内に導入される反応ガス導入部5Aと、プラズマ生成用の不活性ガスが真空チャンバー3内に導入される不活性ガス導入部5Bが設けられており、各々のガス流量制御として、マスフローコントローラー（図示せず）が使用され、真空チャンバー3内へのガス導入に際しては、例えば、SUS製のパイプを利用して、そのガス導入部位が真空シールされるように構成されており、真空チャンバー3内では、プラズマ発生領域の近傍に向けてガスが噴出されるように設定されている。

【0034】この場合、ガス導入部5A、5Bからのガス噴出（吹き出し）位置は、プラズマの分布に影響しないように最適化されており、特に、保護膜形成用の反応ガス吹き出し位置は、保護膜の膜厚分布にも影響するので、ウェブ状の基板10の位置に対応させて最適化すると好適である。

【0035】そして、プラズマ生成用の不活性ガスとしては、He、Ne、Ar、Kr、またはXeなどが挙げられ、特に、Arは入手が容易で廉価であるが、その他のガスは高価であるので、Arを使用することにより保護膜が形成される磁気記録媒体の製造コストを廉価にすることが可能となる。

【0036】一方、保護膜形成用の反応ガスとしては、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6$ 、 $\text{C}_3\text{H}_8$ 、 $\text{C}_2\text{H}_2$ 、 $\text{C}_6\text{H}_6$ （ベンゼン）等の炭化水素ガスを使用すると好適であり、特に、 $\text{C}_2\text{H}_2$ 、 $\text{C}_6\text{H}_6$ などでは、原子間の結合エネルギーが、値5[eV]以上の結合部分があるので、このような属性を有する炭化水素ガスを選択するとより好適である。

【0037】次に、図1、および図1におけるI矢視を示す図2から理解されるように、マイクロ波ECRプラズマ発生手段7には、マイクロ波が公知の手段によって発生されるマイクロ波発生部15と、発生されたマイクロ波が真空チャンバー3内に向けて伝搬されるマイクロ波導入部17と、伝搬されたマイクロ波が真空チャンバー3内で、放射状に伝搬させるための前段階として同軸となるように調整される同軸導入部19とが備えられている。

【0038】この場合、マイクロ波発生電源には、周波数が値1[GHz]～値10[GHz]、最大出力が値1[kw]～値5[kw]の範囲が適当であり、工業用電力（周波数が値2.45[GHz]で、最大出力が値1[kw]～値3[kw]）を使用すると特に好適であり、電力消費料金が低い他の周波数帯の電源に比べて、装置1の稼働経費を節約することができるという利点がある。

【0039】また、マイクロ波導入部17は、公知の導波管が使用されており、この導波管は、JIS規格のものでよく、導波管内の導波路（伝搬経路）には、図示しないマイクロ波反射吸収装置、マイクロ波マッチング装置、パワーモニターが各々配設されており、同軸導入部19では、導波管と真空チャンバー3との間でマイクロ波に対して同軸変換が行われ真空チャンバー3内に同軸導入される。なお、同軸導入部19などにおける真空シール部等、マイクロ波による発熱によって加熱される部分は、適宜な手段によって冷却されるように設定されているが、その手段は従来公知であるので、説明は省略する。

【0040】また、マイクロ波ECRプラズマ発生手段7には、同軸導入部19のマイクロ波伝搬方向先端位置に、縦横に各々所望数配列された複数の永久磁石21Aにより構成される磁場形成手段21と、それら永久磁石21Aに対向させて、真空チャンバー3内に設けられた誘電体板23と、誘電体板23の前面に設けられ、複数本のアンテナ本体25Aが放射状に配設された放射状アンテナ25とが備えられており、誘電体板23は、石英等の誘電体で形成され、放射状アンテナ25と、真空

チャンバー3の内側壁との間に、プラズマを発生させない機能を有している。

【0041】そして、各々の永久磁石21Aは、SmCo等の強磁性材料で形成されて、強度が極めて高い磁場を形成することができるように設定されており、この実施の形態では、縦横（角形状）に配列されているが、同心円上に配列する構成も好適である。

【0042】そのように配列された複数の永久磁石21A（磁場形成手段21）の表面には、値500[Gauss]～値2000[Gauss]程度の強度（磁束密度）を有する磁場が形成されるように設定されており、また、磁場形成手段21の配置姿勢は、磁場形成手段21に対向して設けられている冷却ドラム35（後述）の形状に対応させて設定されており、この実施の形態では、冷却ドラム35に向かう方向の磁束密度が略、値875[Gauss]となるように設定されている。

【0043】そして、放射状アンテナ25のアンテナ本体5Aの長さは、マイクロ波の波長を $\lambda$ とした場合に、 $(1/4)\lambda$ 、または $(1/8)\lambda$ の奇数倍となるように設定されており、各々のアンテナ本体5Aは、放射中心から、4方向、あるいは、8方向等に広がる構成が挙げられ、また、その長さ、本数は、プラズマの均一化という観点から適宜、設定すると好適である（後述する実験例を参照）。

【0044】なお、同軸導入部19や、放射状アンテナ25の配設においては、例えば、マイクロ波導入部17が幅広い角形である場合には、マイクロ波の導波路を途中で2系統に分割し、それら分割されたマイクロ波が各々同軸導入される構成を採用することができる。

【0045】また、磁場の形成については、磁場形成手段21の他に、例えば、値50[Gauss]～値100[Gauss]程度の磁場を、真空チャンバー3の外部から重畳させることによって、プラズマを閉じ込めて、一層高速で成膜することが可能となる。

【0046】さらに、この実施の形態では、真空チャンバー3内に発生したプラズマのうち、保護膜形成に寄与しないプラズマが、真空チャンバー3内の各部位に衝突することを防止するために、MCナイロン、テフロン等のプラスチック、あるいは、PENフィルム、PETフィルム等で構成された所望の絶縁性部材（図示せず）によって、それら各部位が被覆されているとともに、マイクロ波が不用品部位に伝搬する箇所にも、所望の絶縁性部材による被覆が施されている。

【0047】これは、マイクロ波ECR放電を利用する場合、局部的に絶縁部分があるとアークが発生して、装置1を構成する機器が損傷したり、製品となる保護膜形成後の基板10にピンホールなどの欠陥が生じる場合があるからであり、その原因としては、マイクロ波が真空チャンバー3内に伝搬したときに、絶縁破壊を生じさせることにあり、従って、その絶縁破壊が生じるような部



位周辺を絶縁性部材で被覆することにより、アークの発生を防止して、各種の不都合を回避することが可能となる。

【0048】次に、基板搬送手段9には、ウェブ状の基板10を送り出す機構とされた送り出し部27と、保護膜が形成された基板10を巻き取る機構とされた巻き取り部29と、プラズマの近傍に基板10を搬送するパスロール33とが備えられ、送り出し部27の基板10搬送方向下流位置には、電極ロール31を主体として構成されて、基板10に所望のバイアス電圧を印可するバイ

アス電圧印可手段11が設けられている。  
【0049】なお、搬送中の基板10に生じるシワをなくすためにEXPロール等を使用する構成も好適であり、また、成膜領域には冷却ドラム35を配置して、その冷却ドラム35の外周面に基板10を沿わせながら成膜することも可能で、これは適宜選択すれば良く、さらに、成膜部位に適宜なマスク部材37を配設し、本来保護膜が形成されてはならない不用部に対して保護膜物質が付着しないようにすることも好適である。

【0050】そして、バイアス電圧印可手段11は、基板10に印可するバイアス用電源として、負電圧を発生する直流電源とされており、値2[kHz]～値20[kHz]にパルス変調された負の直流電源や、高周波電源が使用され、この場合、高周波電源の周波数は工業用の13.56[MHz]の電源を使用すると、電力料金が廉価であるため、装置1の稼働経費を節約できる等のメリットがあるが、他の周波数の電源を使用することも可能である。

【0051】装置1は、以上のように構成され、複数の永久磁石21Aで構成される磁場形成手段21を利用したマイクロ波ECRプラズマ発生装置が応用されており、これにより、ウェブ状の高分子フィルムとされた基板10に対して基板ダメージが少なく、高速で幅方向の膜厚が均一化され、装置1のコストも廉価にすることができ、プラズマCVD装置として構成することが可能となったが、永久磁石による磁場により、プラズマを発生させる技術については、特開平6-310494号公報に記載された「ECR型プラズマ発生装置」などにより公知となっているので、詳細な説明は省略する。

【0052】以上説明したように、この実施の形態における成膜装置1では、真空チャンバー3内で放射状に伝搬されるマイクロ波が、複数の永久磁石21Aで構成された磁場形成部21が形成する磁場によって、マイクロ波に電子サイクロトロン共鳴を生じさせられて、非平衡の低温プラズマがアーク放電方式と同程度に多数発生され、このプラズマによって成膜が行われる。

【0053】従って、基板10として、ウェブ状の高分子フィルムが使用された場合においても、プラズマ温度が低いので、基板10に対してダメージが少なく、特に、基板10の幅方向における膜厚分布が良好な状態で成膜可能とされるとともに、発生されるプラズマ数が多

いので、成膜が高速で行える。

【0054】また、発生したプラズマのうち、成膜形成に寄与しないプラズマにさらされる成膜装置1の各部位と、マイクロ波発生手段7により発生されたマイクロ波のうち、成膜形成に寄与しないマイクロ波が伝搬する成膜装置1の各部位とが、それぞれ絶縁性部材により被覆されて保護されているので、成膜装置1の耐久性を向上させることが可能となるとともに、長時間の連続性膜が可能となる。

【0055】次に、本発明に係る成膜方法の好適な実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、この実施の形態では、上記装置1を使用して基板10に保護膜が形成される。そして、第1過程では、真空チャンバー3内が、真空ポンプ13とガス導入手段5のガス導入部5Bによって差動排気されて、上記不活性ガスが導入される。

【0056】次に、第2過程では、不活性ガスが導入された真空チャンバー3内に、マイクロ波発生手段7により発生されたマイクロ波が放射状に伝搬されるとともに、複数の永久磁石21Aにより構成された磁場形成手段21が形成する磁場により、その伝搬されたマイクロ波に電子サイクロトロン共鳴が生じる結果、非平衡の低温プラズマが、アーク放電方式と同程度に多数発生される。

【0057】続いて、第3過程では、発生されたプラズマに薄膜形成用の反応ガスがガス導入手段5のガス導入部5Aにより導入されて、その反応ガスを励起させるとともにイオン化させて分解反応を生じさせる。

【0058】そして、第4過程では、バイアス電圧印加手段9でウェブ状の高分子フィルムとされた基板10に所望のバイアス電圧が印加されつつ、基板10が基板搬送手段9で冷却ドラム35の外周面に沿ってプラズマ近傍に搬送され、反応ガスの気相反応により所望の薄膜、すなわち保護膜が形成される。

【0059】この場合、高密度磁気メディア用の保護膜としては、硬度、摺動性に優れたダイヤモンド状カーボン膜が有望であり、このダイヤモンド状カーボン膜を形成するために、この実施の形態では、反応ガスとして炭化水素が用いられ、基板10上に予め強磁性体からなる金属層（後述する実験例を参照）が形成され、その金属層にバイアス電圧が印加されつつ保護膜が形成される。

【0060】また、本出願人が検討した結果、マイクロ波を使用したプラズマCVD装置では、成膜中の反応ガスの圧力が膜質に影響することが判明し、圧力が高すぎるとプラズマ電子温度が低下して、十分に反応ガスを分解できず、軟質の膜になってしまうとともに、放電モードがECR放電からマイクロ波放電に移行し、プラズマ密度が低下するため、成膜速度が遅くなるという弊害がある一方、圧力が、逆に低すぎると電子温度が高くなり、

## 13

反応ガスを分解し過ぎて膜質を劣化させてしまうという不都合がある。従って、この実施の形態では、保護膜が形成されている状態における反応ガスの圧力範囲が、値 $5 \times 10^{-4}$  [Torr] ~ 値 $5 \times 10^{-3}$  [Torr] に設定されている。

【0061】さらに、装置1は、同軸導入部19を有する、いわゆる同軸導入型のマイクロ波ECRプラズマ発生装置とされており、反応ガスとして炭化水素ガスが使用された場合、放射状アンテナ25の周辺に付着するカーボンが導電性になり、放射状アンテナ25は、アンテナとして機能しなくなる。

【0062】これは、炭化水素ガスの属性である、原子間の結合エネルギーが小さいことに起因しており、その原子間原子間の結合エネルギーが値5 [eV] 以上の炭化水素では、導電性を有するカスになるまで分解が進まず、絶縁性となるので、この実施の形態では、原子間原子間の結合エネルギーが値5 [eV] 以上の炭化水素が反応ガスとして使用され、これにより、カスが放射状アンテナ25に付着してもアンテナの機能を果たし、良好な連続運転が行えるように設定されている。

【0063】以上説明したように、この実施の形態における成膜方法では、不活性ガスが不活性ガス導入部5Bから導入された真空チャンバー3内に、マイクロ波発生手段7により発生されたマイクロ波が放射状に伝搬させて、複数の永久磁石21Aで構成された磁場形成手段21が形成する磁場により、電子サイクロトロン共鳴を生じさせてプラズマが発生される。

【0064】そして、その発生されたプラズマに薄膜形成用の反応ガスが反応ガス導入部5Aにより導入され、その反応ガスを、励起、イオン化させて分解反応を生じさせる一方、バイアス電圧印加手段11で基板10上にバイアス電圧が印加されつつ、基板10が基板搬送手段9でプラズマ近傍に搬送されて、反応ガスの気相反応により所望の薄膜が形成される。従って、基板10として、高分子フィルムが使用された場合においても、基板10に対してダメージが少なく、特に、幅方向の膜厚分布が良好な状態で成膜可能とされるとともに、成膜が高速で行える。

【0065】また、基板10上に予め強磁性体からなる金属層が形成され、この金属層にバイアス電圧印加手段11によりバイアス電圧が印加されるとともに、反応ガスが炭化水素とされてることにより、カーボンを主体とする保護膜が形成される結果、より品質の高い保護膜が形成されるという利点がある。

【0066】そして、反応ガスが炭化水素とされるとともに、保護膜が形成されている状態における反応ガスの圧力範囲が、値 $5 \times 10^{-4}$  [Torr] ~ 値 $5 \times 10^{-3}$  [Torr] に設定された状態が維持されて成膜が行われるので、なお一層、品質の高い保護膜が形成されるという利点がある。

## 14

【0067】さらに、保護膜形成用とし導入された反応ガスの属性として、原子間結合エネルギーが、値5 [eV] 以上の結合部を有する炭化水素とされて成膜が行われるので、放射状アンテナ25の機能が適正に維持されるため、長時間にわたり、連続して保護膜を形成する工程が良好に行えるという利点がある。

【0068】

【実施例】本出願人は、上記装置1による保護膜形成について、何度かの実験を行ったので、以下、その実験例について説明する。この場合、下記(1)~(6)に示されている実験環境条件に従って実験が行われた。

【0069】(1) 真空チャンバー3についての条件  
排気速度が3000 [リットル/min] のロータリーポンプを1台、値25000 [リットル/min] のメカニカルブースターポンプが1台、値3000 [リットル/sec] のターボポンプが2台、それぞれ備えられ、材質がSUS304製で容量が、約1 [m<sup>3</sup>] の真空チャンバー3が使用された。

【0070】また、マイクロ波の大気側への漏れ防止として、真空チャンバー3内を観察するための窓には、値0.5 [mm] メッシュ状のSUS網線が貼り付けられ、真空チャンバー3を構成する部材の接合部分には、アルミニウムが表面にコーティングされたテープが貼り付けられるとともに、アークが発生する部分にはPENフィルムが貼り付けられた。

【0071】(2) ガス導入手段5についての条件  
最大流量200 [sccm] ~ 500 [sccm] のマスフローコントローラーが使用され、ガス導入部5A、5Bには、内径6 [mm] のSUS304製パイプが使用された。

【0072】(3) マイクロ波ECRプラズマ発生手段7についての条件  
発進周波数2.45 [GHz]、最大出力1.5 [kW] のマイクロ波電源が使用され、値0.8 [kW] ~ 値1.2 [kW] の電力で印可されるとともに、プラズマ発生部の大きさは角形とされ、幅は値400 [mm]、ウェブの搬送方向の長さは、値200 [mm] とされた。そして、永久磁石21Aは、円筒状のSmCo製の磁石が使用され、プラズマ発生部の形状に合わせて複数個配置されるとともに、中心部から径方向に隣接する永久磁石21A、21Aの極性が逆になるように設定された。

【0073】また、誘電体板23には大きさ400 [mm] × 200 [mm] の石英板が使用され、放射状アンテナ25はSUS304製で中心部の取り付け部分の直径が、値40 [mm] とされるとともに、棒の部分の長さは、値80 [mm] のものが2本、値140 [mm] のものが4本、値190 [mm] のものが2本、それぞれ使用された。

【0074】(4) 基板搬送手段9についての条件  
送り出し部27、巻き取り部29、冷却ドラム35、パスロール33、電極ロール31が備えられて、張力制御が行なわれつつ、基板10が搬送制御される方式が採用され、搬送スピードは値0 [m/min] ~ 値40 [m/min] とされ



## 15

るとともに、張力は値0[kg/幅]～値6[kg/幅]の範囲に設定された。

【0075】また、冷却ドラム35については、水冷するドラムの温度が摂氏15度～40度になるように設定された条件での実験と、冷却ドラム35を使用せず、パスロール33のみで上記搬送条件に従った実験とが、各行われた。

【0076】(5) バイアス電圧印可手段についての条件

値2[kHz]～値20[kHz]に変調されたDCパルス電圧が、電極ロール31を介して基板10の表面に、値0[V]～値500[V]だけ印可された。

【0077】(6) 基板材料、およびガス種類についての条件

幅が値300[mm]、厚みが値60[μm]のPENベース上に、予め磁性膜としてCr下地層が値90[nm]、CoPtCr磁性層が値30[nm]積層された基板10が使用された。また、プラズマの生成には、Arガスが使用され、マスフローコントローラーで流量が値0[sccm]～値200[sccm]に制御された。さらに、原子間結合エネルギーが、値5[eV]以上の結合を含む炭素水素ガスとして、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>、C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>が使用される一方、値5[eV]以上の原子間結合エネルギーを含まない炭素水素ガスとしては、CH<sub>4</sub>が使用され、それぞれ、マスフローコントローラーで、流量が値0[sccm]～値500[sccm]の間に制御された。

【0078】実験は以上の成膜条件下で行われて、ダイヤモンド状カーボン膜の膜厚が、値10[nm]～値100[nm]だけ形成された後、そのサンプルが以下(A)、(B)、

## 16

(C)の方法によって、それぞれ評価され、表1が作成された。

【0079】(A) 膜厚分布および成膜速度、膜質の評価  
TEM (Transmission Electron Microscopy) で断面観察を行い、幅方向の最大値Max と、最小値Min とにより  

$$\delta = [(\text{Max} - \text{Min}) / (\text{Max} + \text{Min})] \times 100$$
を算出し、その結果を函数δ(%)とし、このδ(%)を膜厚分布の代表値とした。また、成膜速度については、幅方向の平均値avg と、ウェブの搬送速度v と、ウェブ搬送方向の成膜領域の長さl とより、 $\text{rate} = \text{avg} / (l / v)$  を算出した。そして、膜質は、ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) により、プラズモンロスエネルギーを測定し、値27[eV]であれば良好とし評価した。

【0080】(B) スクラッチ耐久性の評価  
サンプルをディスク状に打ち抜き、ディスク状サンプルを回転させながら、ハードディスク用の磁気ヘッドを用いて1Hr同一部分を擦った後、傷発生の有無を光学顕微鏡で観察し、傷が発生しない場合を、印○、やや傷が発生する場合を印△、傷が発生する場合を印×を付記して判定した。

【0081】(C) 環境耐久性  
サンプルをシート状に切り出し、摂氏60度、90%、72Hrの環境下に放置し、磁性膜の腐食の有無を光学顕微鏡で観察し、腐食が発生しない場合を、印○、やや腐食が発生する場合を印△、腐食が発生する場合を印×を付記して判定した。

【0082】

【表1】

17

18

	ガス流量 (sccm)	成膜中真空度 (Torr)	プラズモン ロスエネルギー (eV)	スクラッチ 耐久性	環境耐久性
1)	Ar 20 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 50	$2 \times 10^{-4}$	26.0	△	△
2)	Ar 50 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 100	$5 \times 10^{-4}$	27.0	○	○
3)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 200	$8 \times 10^{-4}$	27.5	○	○
4)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 250	$1 \times 10^{-3}$	27.5	○	○
5)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 300	$3 \times 10^{-3}$	27.5	○	○
6)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 400	$5 \times 10^{-3}$	27.5	○	○
7)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 500	$8 \times 10^{-3}$	26.0	△	△
8)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 500	$1 \times 10^{-2}$	25.0	×	×
9)	Ar 20 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 50	$2 \times 10^{-4}$	26.0	△	△
10)	Ar 50 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 100	$5 \times 10^{-4}$	27.0	○	○
11)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 200	$8 \times 10^{-4}$	27.5	○	○
12)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 250	$1 \times 10^{-3}$	27.5	○	○
13)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 300	$3 \times 10^{-3}$	27.5	○	○
14)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 400	$5 \times 10^{-3}$	27.5	○	○
15)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 500	$8 \times 10^{-3}$	26.0	△	△
16)	Ar 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 500	$1 \times 10^{-2}$	25.0	×	×

【0083】なお、表1には記載されていないが、以下、(a)～(e)に示された結果も得ることが出来た。

(a) 膜厚分布は成膜条件によるが、 $\delta = (3\% - 10\%)$  で良好な膜厚分布が得られた。

(b) 成膜速度は反応ガスの種類にもよるが、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> ガスで、値15[nm/sec]を得られて十分な高速成膜が可能となった。

また、C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ガスを使用した場合には、さらに2～3

【0084】(c) CH<sub>4</sub> ガスの場合には、値1000[m]の連続成膜において、成膜速度が成膜開始と成膜終了時とで比較すると、20%～40% 減少したのに対し、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> ガスの場合には値2000[m]の連続成膜でも成膜速度の変動はなかった。

(d) 絶縁性部材で成膜部周辺を被覆しなかった場合、真空チャンバー3の内部側壁や搬送装置等のアークが発生し、機器がダメージを受けたが、絶縁性部材で被覆してからは、アークの発生がなかった。

\* (e) 冷却ドラム35を使用しない場合でも、反りが少なく、充分に実用に供することができるサンプルが作成できた。

【0085】

【発明の効果】以上の説明で理解されるように、本発明の成膜装置では、真空チャンバー内で放射状に伝搬されるマイクロ波と、永久磁石が形成する磁場とによって、電子サイクロトロン共鳴が生じさせられて、プラズマが発生され、このプラズマによって成膜が行われる。従って、高分子基板として、ウェブ状の高分子フィルムが使用された場合においても、基板に対してダメージが少なく、特に、幅方向の膜厚分布が良好な状態で成膜可能とされるときにも、成膜が高速で行える。

【0086】又、本発明の成膜装置によれば、発生したプラズマのうち、成膜形成に寄与しないプラズマにさらされる前記成膜装置の各部位と、前記マイクロ波発生手段により発生された前記マイクロ波のうち、成膜形成に寄与しないマイクロ波が伝搬する前記成膜装置の各部位とが、それぞれ絶縁性部材により被覆されて保護されて

いる。従って、基板として、高分子フィルムが使用された場合においても、高分子基板に対してダメージが少なく、特に、幅方向の膜厚分布が良好な状態で成膜可能とされるときに、成膜が高速で行えることに加え、成膜装置の耐久性を向上させることが可能となる。

【0087】一方、本発明の成膜方法では、前記不活性ガスが導入された前記真空チャンバー内に、前記マイクロ波発生手段により発生されたマイクロ波が放射状に伝搬させて、前記永久磁石が形成する磁場とにより、電子サイクロトロン共鳴を生じさせてプラズマが発生され、この発生されたプラズマに薄膜形成用の反応ガスが前記ガス導入手段により導入されて、前記反応ガスを、励起、イオン化させて分解反応を生じさせる一方、前記バイアス電圧印加手段で前記高分子基板上にバイアス電圧が印加されつつ、該高分子基板が前記高分子基板搬送手段で前記プラズマ近傍に搬送されて、前記反応ガスの気相反応により所望の薄膜が形成される。従って、高分子基板として、高分子フィルムが使用された場合においても、高分子基板に対してダメージが少なく、特に、幅方向の膜厚分布が良好な状態で成膜可能とされるときに、成膜が高速で行える。

【0088】さらに、本発明の成膜方法では、前記高分子基板上に予め強磁性体からなる金属層が形成され、この金属層に前記バイアス電圧印加手段により前記バイアス電圧が印加されるとともに、前記反応ガスが炭化水素とされていることにより、カーボンを主体とする前記薄膜が形成される。従って、より品質の高い保護膜が形成されるという利点に加え、高分子基板として、高分子フィルムが使用された場合においても、高分子基板に対してダメージが少なく、特に、幅方向の膜厚分布が良好な状態で成膜可能とされるときに、成膜が高速で行える。

【0089】また、本発明の成膜方法では、前記反応ガスが炭化水素とされるときに、前記薄膜が形成されている状態における反応ガスの圧力範囲が、値 $5 \times 10^{-4}$  [Torr] ~ 値 $5 \times 10^{-3}$  [Torr] に設定された状態が維持されて成膜が行われることで、さらに品質の高い保護膜が形成されるという利点に加え、高分子基板として、高分子フィルムが使用された場合においても、高分子基板に対してダメージが少なく、特に、幅方向の膜厚分布が良好な状態で成膜可能とされるときに、成膜が高速で行える。

【0090】さらに又、本発明の成膜方法によれば、薄膜形成用とし導入された前記反応ガスの属性として、原

子間結合エネルギーが、値5[eV]以上の結合部を有する炭化水素とされて成膜が行われることで、炭化水素が絶縁性を有する物質に反応するという不都合を回避して、連続して薄膜を形成する工程が良好に維持されるときに、品質の高い薄膜を形成することができるという利点に加え、高分子基板として、高分子フィルムが使用された場合においても、高分子基板に対してダメージが少なく、特に、幅方向の膜厚分布が良好な状態で成膜可能とされるときに、成膜が高速で行える。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る成膜装置が適用された、磁気記録媒体製造装置の全体概略構成図である。

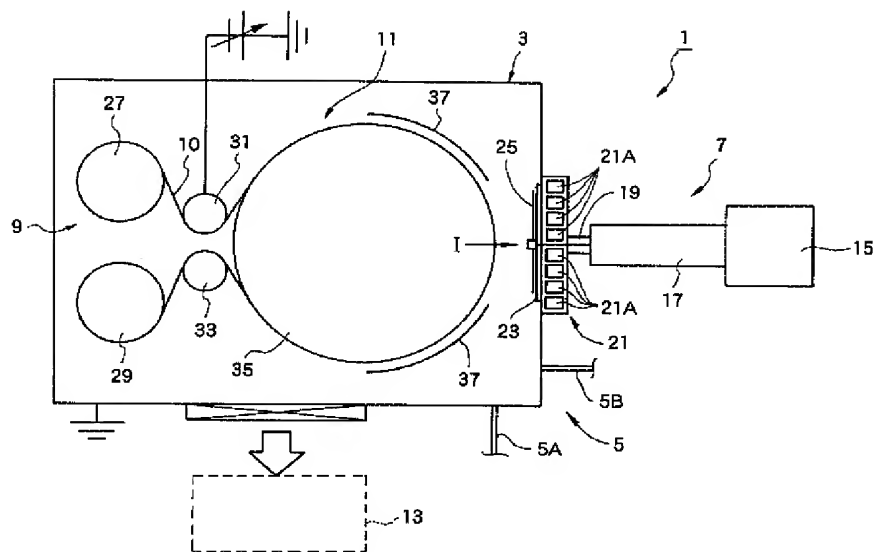
【図2】図1におけるI矢視を示し、放射状アンテナ等の構成などを示す説明図である。

【図3】従来のマイクロ波ECRプラズマCVD装置の全体概略構成図である。

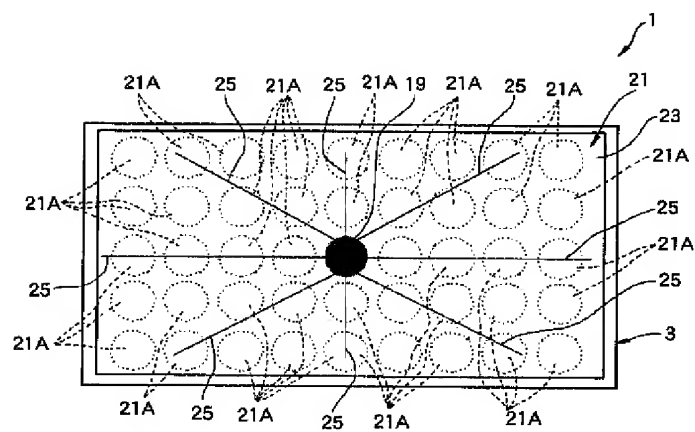
#### 【符号の説明】

- 1 磁気記録媒体製造装置（マイクロ波ECRプラズマCVD装置）
- 3 真空チャンバー
- 5 ガス導入手段
- 5A 反応ガス導入部
- 5B 不活性ガス導入部
- 7 マイクロ波発生手段
- 9 基板搬送手段
- 11 バイアス電圧印可手段
- 13 真空ポンプ
- 15 マイクロ波発生部
- 17 マイクロ波導入部
- 19 同軸導入部
- 21 磁場形成手段
- 21A 永久磁石
- 23 誘電体板
- 25 放射状アンテナ
- 27 送り出し部
- 29 巻き取り部
- 31 電極ローラ
- 33 パスローラ
- 35 冷却ドラム
- 37 マスク部材
- 100 マイクロ波ECRプラズマCVD装置
- 130 基板（従来）
- 250 磁場形成用電流コイル

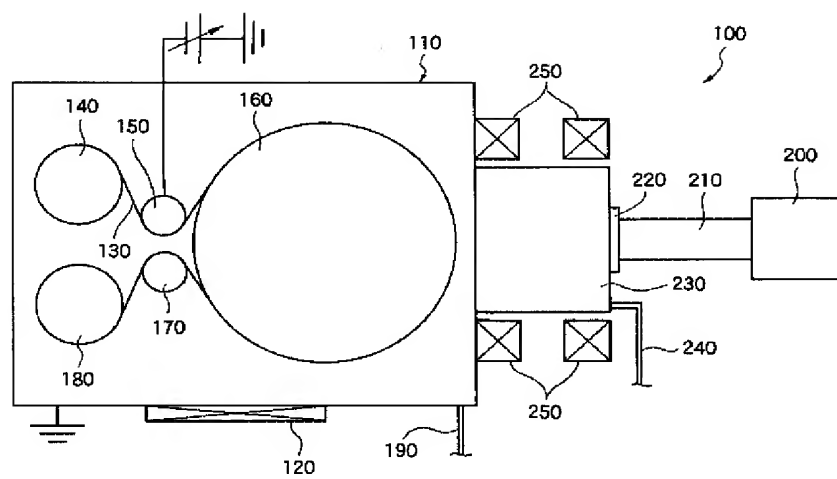
【図 1】



【図 2】



【図 3】



**PAT-NO:** JP409241406A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 09241406 A  
**TITLE:** APPARATUS FOR FORMING  
MEMBRANE AND MEMBRANE  
FORMATION  
**PUBN-DATE:** September 16, 1997

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
KASHIWATANI, MAKOTO	
NAKADA, JUNJI	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
FUJI PHOTO FILM CO LTD	N/A

**APPL-NO:** JP08053371  
**APPL-DATE:** March 11, 1996

**INT-CL (IPC):** C08J007/00 , C23C016/44 ,  
C23C016/50

**ABSTRACT:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a membrane-forming apparatus and process which can reduce the damage to the substrate, even when a web-like polymer film is used as a substrate, particularly can produce a membrane with good thickness distribution in the cross direction and enables



high-speed membrane formation.

SOLUTION: This membrane-forming apparatus is provided with a vacuum chamber 3 equipped with a vacuum pump 13, a gas inlet 5 for introducing a gas for forming a protecting layer in the vacuum chamber 3, a plasma generator 7 for generating plasma in the vacuum chamber 3, a substrate conveyer 9 for conveying the substrate near the plasma generated by the plasma generator, and a bias voltage impresser for applying a desired bias voltage to the substrate 10. In the plasma generator 7, the microwaves generated in the microwave generator 15 and the magnetic field formed by a plurality of permanent magnets 21A are used to develop electronic cyclotron resonance whereby plasma is generated.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO